PCT

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM Internationales Büro

INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation 7:

F03D 7/04, 7/02, H02P 9/04

(11) Internationale Veröffentlichungsnummer:

WO 00/19094

A1

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum:

6. April 2000 (06.04.00)

(21) Internationales Aktenzeichen:

PCT/EP99/07142

(22) Internationales Anmeldedatum:

25. September 1999 (25.09.99)

(30) Prioritätsdaten:

198 44 258.0

26. September 1998 (26.09.98) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): DEWIND TECHNIK GMBH [DE/DE]; Seelandstrasse 9, D-23569 Lübeck (DB).

(72) Erfinder; und

- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): SCHIFPMANN, Hugo, L. [DE/DE]; Hüxstrasse 107, D-23552 Lübeck (DE).
- (74) Anweit: VONNEMANN & PARTNER; An der Alster 84, D-20099 Hamburg (DE).

(81) Bestimmungsstaaten: AL, AM, AT, AU, AZ, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GE, HU, IS, IP, KR, KG, KP, KR, KZ, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, US, UZ, VN, ARIPO Patent (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI Patent (BF, BI, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, MIL, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht

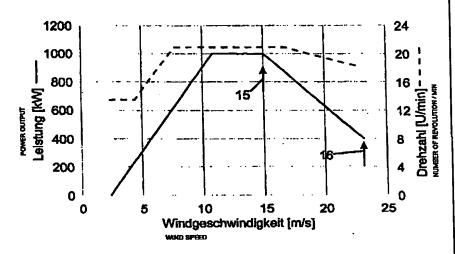
Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.

(54) Title: CONTROL LOGIC FOR A WIND ENERGY SYSTEM

(54) Bezeichnung: STEUERLOGIK FÜR EINE WINDENERGIEANLAGE

(57) Abstract

The invention relates to wind energy system comprising a rotor (3) which can be wind-driven and which comprises adjustable rotor blades (4). The wind energy system also comprises a generator which is directly or indirectly connected to the rotor and which is provided for generating electrical energy. The generator can output power with a variable rotational speed of the rotor. A management system is also provided which is designed to regulate the rotational speed of the rotor within a predetermined wind speed range by adjusting the rotor blade angle, and which can shut down the operation of the system when a shut-down speed is exceeded. According to the invention, a wind energy system can be economically manufactured in an advantageous manner while using fewer materials and accruing lower energy costs if



the management system is designed to regulate downward the rotational speed of the rotor and the power output by adjusting the rotor blade angle within a range between a predetermined limiting speed and the shut-down speed.

(57) Zusammenfassung

Eine Windenergieanlage mit einem vom Wind antreibbaren Rotor (3) mit verstellbaren Rotorblättern (4), einen mit dem Rotor direkt oder indirekt verbundenem Generator zur Erzeugung elektrischer Energie, wobel die Leistungsabgabe des Generators bei variabler Rotordrehzahl möglich ist, und einem Betriebsführungssystem, das innerhalb eines vorgegebenen Windgeschwindigkeitsbereichs die Rotordrehzahl unter Verstellen der Rotorblattwinkel regelnd und dem Betrieb der Anlage oberhalb einer Abschaltgeschwindigkeit abschaltend ausgebildet ist, kann unter Einsparung von Material- und Energiekosten vorteilhaft kostengünstig hergestellt werden, wenn das Betriebsführungssystem die Rotordrehzahl und die Leistungsabgabe unter Verstellen der Rotorblattwinkel in einem Bereich zwischen einer vorgegebenen Grenzgeschwindigkeit und der Abschaltgeschwindigkeit herunterregelnd ausgebildet ist.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

			Promise	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AL	Albanien	ES.	Spanien Finaland	LT	Livenen	SK	Slowakei
AM	Amenion	FL		LU	Linconburk	8N	Scucgal
AT	Osterreich	PR	Prinkreich	LV	Lettland	82	Swariand
ΑU	Australien	GA	Gabun		Monaco	TD	Techad
ΑZ	Ascrbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC		TG	Togo
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldan	T.	Tedechikisten
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madegasker	TM	Turkmenistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugostawische		Türkei
BF	Burkina Peso	GR	Griecheoland		Republik Mazedonica	TR	Trinidad und Tobaso
BG	Bulgarien	HU	Ungan	ML	Mali	TT	
BJ	Benin	Œ	I rla od	MN	Mongolei	UA	Ukraine
BR	Brasilien	íL	Israel	MR	Mauretanion	UG	Uganda
BY	Belarus	13	Island	MW	Malawi	US	Vereinigte Staaten von
CA	Kanada	m	Italien	MX	Mexiko		Amerika
CF	Zentralafrikanische Republik	JР	Japan	NR	Niger	UZ	Usbekistan
ČG	Koneo	KE	Kenia	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
a	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik	NZ	Neuscaland	Z₩	Zinebabwe
СМ	Kamerun	_	Korea	PL	Polen		
CN	China	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CU	Kuba	KZ	Kesachstan	RO	Ruminica		
cz	Tschechische Republik	ic	St. Lucia	RU	Russische Pöderation		
	Deutschland	u	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE DK	Dinemark	LK	Sri Lenka	SE	Schweden		
	Estland	LR	Liberia	SG	Singapur		
ER	CHINE						

STEUERLOGIK FÜR EINE WINDENERGIEANLAGE

5

10

15

20

25

30

35

Die Erfindung betrifft eine Windenergieanlage mit einem vom Wind antreibbaren Rotor mit winkelverstellbaren Rotorblättern, einem mit dem Rotor direkt oder indirekt verbundenem Generator zur Erzeugung elektrischer Energie, wobei die Leistungsabgabe des Generators bei variabler Rotordrehzahl möglich ist, und einem Betriebsführungssystem, das innerhalb eines vorgegebenen Windgeschwindigkeitsbereichs die Rotordrehzahl unter Verstellen der Rotorblattwinkel regelnd und den Betrieb der Anlage oberhalb einer Abschaltgeschwindigkeit abschaltend ausgebildet ist.

Eine derartige Windenergieanlage ist beispielsweise aus der WO 93/11604 bekannt. Solche Windenergieanlagen, die mit variabler Rotordrehzahl und variablen Rotorblattwinkeln arbeiten, erwirtschaften mehr elektrische Energie als Anlagen, die mit einer einzigen festen Rotordrehzahl und fest vorgegebenen Rotorblattwinkeln arbeiten.

Üblicherweise arbeitet man mit variabler Drehzahl im Bereich sehr geringer Windgeschwindigkeiten, wobei die Rotorblätter einen großen Winkel gegenüber dem einfallenden Wind einnehmen, der nur wenig kleiner ist als 90 Grad. Dieser Rotorblattwinkel wird bei zunehmenden Windgeschwindigkeiten zunächst nicht verändert, bis die Windgeschwindigkeit ausreicht, um den Rotor mit Nenndrehzahl zu drehen, wobei die Windenergieanlage ihre Nennleistung abgibt. Die Leistungsabgabe nimmt also ausgehend von einer sehr kleinen Leistung bei einer Mindestwindgeschwindigkeit

2

zusammen mit der Rotordrehzahl zu, bis die Nennleistung erreicht ist. Bei weiter zunehmender Windgeschwindigkeit wird nunmehr die Nennleistung und die Nenndrehzahl möglichst konstant gehalten, indem die Rotorblätter immer weiter in Windrichtung 5 verstellt werden, bis die Windgeschwindigkeit über eine Abschaltgeschwindigkeit ansteigt. Hier wird die Windenergieanlage abgeschaltet, indem die Rotorblätter vollkommen in Windrichtung gedreht 10 werden, so daß die Rotorblattwinkel gegenüber der Windrichtung etwa null Grad betragen. Dadurch wird der Rotor abgebremst. Die Abschaltung bei sehr hohen Windgeschwindigkeiten ist notwendig, weil die Belastung der Windenergieanlage im Betrieb bei Starkwind, insbesondere bei Böen, so groß werden 15 kann, daß Beschädigungen auftreten.

Bei bekannten Windenergieanlagen wird die
Rotordrehzahl bis zum Erreichen der
Abschaltgeschwindigkeit konstant geregelt, wobei die
Nennleistung abgegeben wird. Bei Überschreiten der
Abschaltgeschwindigkeit wird die Rotordrehzahl durch
Verstellen der Rotorblattwinkel in Fahnenstellung auf
Null heruntergeregelt. Dabei müssen diese
Windenergieanlagen selbstverständlich so stark
dimensioniert werden, daß sie bis zum Erreichen der
Abschaltwindgeschwindigkeit noch mit Nennleistung und
Nenndrehzahl betrieben werden können.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Windenergieanlage der eingangs genannten Art anzugeben, die schwächer dimensioniert sein kann und in der Herstellung kostengünstiger ist.

30

35

Die Erfindung löst diese Aufgabe dadurch, daß das Betriebsführungssystem die Rotordrehzahl und die Leistungsabgabe unter Verstellen der Rotorblattwinkel in einem Bereich zwischen einer vorgegebenen

3

Grenzgeschwindigkeit und der Abschaltgeschwindigkeit herunterregelnd ausgebildet ist. Aufgrund der erfindungsgemäßen Regelung wird die Belastung der Windenergieanlage bei Windgeschwindigkeiten oberhalb der Grenzgeschwindigkeit in etwa konstant gehalten 5 oder sogar verringert, so daß die Dimensionierung der Windenergieanlage nicht auf die relativ hohe Abschaltgeschwindigkeit sondern nur auf die relativ geringe Grenzgeschwindigkeit abgestimmt werden muß. Die schwächer dimensionierte Windenergieanlage kann 10 unter erheblicher Material- und Energieeinsparung sehr viel kostengünstiger gefertigt werden als bekannte Windenergieanlagen. Dabei ist der Verlust an gewonnener elektrischer Energie aufgrund der im 15 Bereich zwischen Grenzgeschwindigkeit und Abschaltgeschwindigkeit reduzierten Leistungsabgabe vernachlässigbar klein, denn Windgeschwindigkeiten in diesem Bereich kommen bei mitteleuropäischen Standorten relativ selten vor, so daß die erfindungsgemäße Windenergieanlage im Jahresmittel 20 kaum weniger Energie produziert als die bekannten

Um eine optimale Energieausbeute bei verschiedenen Windgeschwindigkeiten zu erhalten, wird

25 vorgeschlagen, daß das Betriebsführungssystem bei ausreichenden Windgeschwindigkeiten unterhalb der vorgegebenen Grenzgeschwindigkeit die Leistungsabgabe im wesentlichen auf den Wert der Nennleistung der Anlage regelnd ausgebildet ist. In diesem

30 Windgeschwindigkeitsbereich ist die Belastung der Windenergieanlage noch relativ gering, so daß die Leistungsabgabe bedenkenlos bis zur höchsten Dauerleistung geregelt werden kann.

Anlagen.

In Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, daß das Betriebsführungssystem die Leistungsabgabe

4

ausgehend von der Nennleistung mit zunehmender Windgeschwindigkeit oberhalb der vorgegebenen Grenzgeschwindigkeit bis zur Abschaltgeschwindigkeit stetig abnehmend herunterregelnd ausgebildet ist. Durch diese Maßnahme wird eine höchstmögliche Leistungsabgabe gewährleistet, ohne daß die höchstzulässige mechanische Belastung der Windenergieanlage überschritten wird. Insbesondere kann die Regelung so ausgebildet sein, daß die mechanische Belastung bei jeder Windgeschwindigkeit innerhalb des genannten Geschwindigkeitsbereichs

5

10

konstant bleibt.

In erster Näherung kann die mit der Windgeschwindigkeit zunehmende Belastung durch eine 15 proportionale Abnahme der Rotordrehzahl ausgeglichen werden, so daß die Gesamtbelastung im wesentlichen konstant bleibt. Eine einfache Ausführungsform der Erfindung besteht daher in der Maßnahme, daß das Betriebsführungssystem die Leistungsabgabe und die 20 Rotordrehzahl unterhalb der vorgegebenen Grenzgeschwindigkeit, soweit möglich, konstant auf die Nennleistung / Nenndrehzahl und oberhalb der Grenzgeschwindigkeit bis zur Abschaltgeschwindigkeit im wesentlichen linear abnehmend regelnd ausgebildet 25 ist. Mit dieser sehr einfachen Regelungsstrategie kann bei gegebener Belastbarkeit der Windenergieanlage ein Optimum an elektrischer Energie erwirtschaftet werden.

In einer bevorzugten Ausgestaltungsform der Erfindung ist vorgesehen, daß das Betriebsführungssystem die Leistungsabgabe bei der Abschaltgeschwindigkeit auf etwa 40% der Nennleistung regelnd ausgebildet ist. Bei dieser Regelung wird bis zum Erreichen der Abschaltgeschwindigkeit noch relativ viel elektrische Energie erwirtschaftet. Bei der üblichen Baugröße von

5

Windenergieanlagen mit elektrischen Nennleistungen von etwa 1 Megawatt erhält man einen besonders wirtschaftlichen Betrieb, wenn das Betriebsführungssystem die Leistungsabgabe im Windgeschwindigkeitsbereich von etwa 11,5 m/sek bis etwa 16 m/sek auf die Nennleistung regelnd ausgebildet ist. Bei derartigen Windenergieanlagen kann die Dimensionierung vorteilhaft gering gewählt werden, wenn die Grenzgeschwindigkeit etwa 16 m/sek und die Abschaltgeschwindigkeit etwa 23 m/sek beträgt.

Gegenstand der Erfindung ist auch ein Verfahren zur Regelung der Leistungsabgabe einer Windenergieanlage gemäß der obigen Beschreibung.

15 Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird nachfolgend anhand der Zeichnungen näher erläutert.

Die Figuren zeigen im einzelnen:

30

- Figur 1: eine Draufsicht auf eine Windenergieanlage;
- Figur 2: ein winkelverstellbares Rotorblatt im Schnitt;
 - Figur 3: eine schematische Darstellung der Funktionsweise der Windenergieanlage;
- Figur 4: ein Diagramm mit den erfindungsgemäß geregelten Verläufen von Rotordrehzahl und abgegebener Leistung in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit.

Die dargestellte erfindungsgemäße Windenergieanlage weist einen im Erdboden (1) verankerten Mast (2) und einen an der Oberseite des Mastes (2) montierten Rotor (3) mit drei Rotorblättern (4) auf. Wie in Figur 2 gezeigt, sind die Rotorblattwinkel (5)

6

gegenüber der Windrichtung (6) verstellbar ausgebildet. Wie man in der schematischen Darstellung von Figur 3 erkennt ist der Rotor (3) über ein Getriebe (7) mit einem elektrischen

- Asynchrongenerator (8) mechanisch verbunden. Der Ständer (9) des Generators (8) ist elektrisch mit dem Netz (11) verbunden. Dabei sind Netzfrequenz und im Ständer erzeugte Frequenz miteinander synchronisiert. Der Läufer (10) des Generators (8) wird über die
- 10 Leitungen (12) von einem Frequenzumrichter (13) elektrisch versorgt, welcher seinerseits mit den Leitungen (14) zwischen Ständer (9) und Netz (11) in Verbindung steht. Mit Hilfe der vom Frequenzumrichter (13) erzeugten frequenzvariablen Läuferströme kann im
- Läufer (10) trotz variabler Rotorgeschwindigkeit ein mit der Netzfrequenz rotierendes Drehfeld erzeugt werden, wobei die Frequenz der im Ständer (9) erzeugten Ströme mit der Netzfrequenz synchronisiert werden. Damit ist die Leistungsabgabe des Generators (8) bei variabler Rotordrehzahl möglich.

Die vom Generator (8) in das Netz (11) angegebene Leistung, die Rotordrehzahl und die Einstellung der Rotorblattwinkel werden von einem nicht gezeigten Betriebsführungssystem überwacht und geregelt. Figur 4 zeigt den erfindungsgemäßen Regelungsverlauf der abgegebenen Leistung und der Rotordrehzahl in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit.

25

Der Betrieb der Windenergieanlage wird gestartet, sobald eine Mindestwindgeschwindigkeit von 2,5 m/sek oder mehr auftritt, wobei eine Rotordrehzahl von 14 Umdrehungen pro Minute erreicht wird. Bei zunehmender Windgeschwindigkeit steigert sich die Rotordrehzahl, bis die Nenndrehzahl von etwa 21 Umdrehungen pro Minute erreicht ist. Dies ist ungefähr bei einer Windgeschwindigkeit von 7,5 m/sek der Fall. In dem

7

Bereich variabler Rotorgeschwindigkeit werden die Rotorblattwinkel (5) sehr steil eingestellt, so daß sie etwa 70 Grad bis 80 Grad gegenüber der Windrichtung (6) betragen.

- Bei höheren Windgeschwindigkeiten als 7,5 m/sek 5 werden die Rotorblattwinkel kleiner eingestellt, so daß die Rotordrehzahl konstant bei ca. 21 m/sek bleibt. Dabei regelt das Betriebsführungssystem Frequenz und Stärke der dem Läufer (10) des Generators (8) aufgeprägten Ströme derart, daß die 10 vom Generator (8) an das Netz (11) abgegebene Leistung stetig zunimmt. Ab einer Windgeschwindigkeit von ca. 11,5 m/sek wird die Nennleistung von einem Megawatt erreicht. Die Nennleistung darf auf die Dauer nicht überschritten werden, deshalb ist das 15 Betriebsführungssystem so ausgebildet, daß die abgegebene Leistung konstant auf Nennleistung gehalten wird, wobei die Rotorblattwinkel (5) derart geregelt werden, daß auch die Rotordrehzahl weitgehend konstant auf der Nenndrehzahl von ungefähr 20 21 Umdrehungen pro Minute gehalten wird.
- Wenn die Windgeschwindigkeit eine im
 Betriebsführungssystem vorgegebene
 Grenzgeschwindigkeit (15) überschreitet, die bei der
 vorliegenden Windenergieanlage bei 16 m/sek liegt,
 geht das Betriebsführungssystem dazu über, die
 Leistungsabgabe herunterzuregeln, um die mechanische
 Belastung der Windenergieanlage, insbesondere des
 Mastes (2), der Rotorblätter (4), des Getriebes (7)
 und des Generators (8) zu begrenzen. Aufgrund der
 Begrenzung der Belastung können die genannten und
 gegebenenfalls auch weitere Komponenten der
 Windenergieanlage deutlich schwächer dimensioniert
 werden als bei Anlagen die bis zur

8

Abschaltgeschwindigkeit (16) mit der Nennleistung gefahren werden.

Ausgehend von der Nennleistung regelt das Betriebsführungssystem nun die Leistungsabgabe mit 5 zunehmender Windgeschwindigkeit oberhalb der vorgegebenen Grenzgeschwindigkeit (15) bis zur Abschaltgeschwindigkeit (16) linear herunter, wobei kurz vor Erreichen der Abschaltgeschwindigkeit (16) noch eine Leistungsabgabe von 400 kW erfolgen kann. Die Rotordrehzahl wird in dem Bereich zwischen der 10 Grenzgeschwindigkeit (15) und der Abschaltgeschwindigkeit (16) von der Nenndrehzahl auf 18 Umdrehungen pro Minute heruntergeregelt, indem die Rotorblattwinkel (5) vom Betriebsführungssystem immer 15 kleiner eingestellt werden, wobei die Ebenen der Rotorblätter immer mehr in Richtung Windgeschwindigkeit ausgerichtet werden. Die Abschaltwindgeschwindigkeit beträgt im vorliegenden Fall 23 m/sek. Hier werden die Rotorblätter wie ganz 20 rechts in Figur 2 gezeigt in Fahnenstellung gebracht, wobei die Rotorblätter (4) in Windrichtung (6) ausgerichtet sind (Rotorblattwinkel 5 = 0°). Dadurch

kommt der Rotor (3) zum Stehen und die

Windenergieanlage kann abgeschaltet werden.

9

Bezugs	zeich	<u>enliste</u>

	1	Erdboden
•	2	Mast
	3	Rotor
5	4	Rotorblatt
	5	Rotorblattwinkel
	6	Windrichtung
	7	Getriebe
	8	Asynchrongenerator
10	9	Ständer
	10	Läufer
	11	Netz
	12	Leitungen
	13	Frequenzumrichter
15	14	Leitungen
	15	Grenzgeschwindigkeit

16

Abschaltgeschwindigkeit

10

5

Patentansprüche

- 1. Windenergieanlage mit einem vom Wind antreibbaren Rotor (3) mit winkelverstellbaren Rotorblättern (4), einem mit dem Rotor (3) 10 direkt oder indirekt verbundenem Generator (8) zur Erzeugung elektrischer Energie, wobei die Leistungsabgabe des Generators (8) bei variabler Rotordrehzahl möglich ist, und einem Betriebsführungssystem, das innerhalb eines 15 vorgegebenen Windgeschwindigkeitsbereichs die Rotordrehzahl unter Verstellen der Rotorblattwinkel (5) regelnd und den Betrieb der Anlage oberhalb einer Abschaltgeschwindigkeit (16) abschaltend 20 ausgebildet ist, dadurch gekennz e i c h n e t, daß das Betriebsführungssystem die Rotordrehzahl und die Leistungsabgabe unter Verstellen der Rotorblattwinkel (5) in einem Bereich zwischen einer vorgegebenen 25 Grenzgeschwindigkeit (15) und der Abschaltgeschwindigkeit (16) herunterregelnd ausgebildet ist.
- Windenergieanlage nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß das
 Betriebsführungssystem bei ausreichenden
 Windgeschwindigkeiten unterhalb der vorgegeben
 Grenzgeschwindigkeit (15) die Leistungsabgabe im
 wesentlichen auf den Wert der Nennleistung der
 Anlage regelnd ausgebildet ist.
- 35 3. Windenergieanlage nach Anspruch 2, da-durch gekennzeichnet, daß das

11

Betriebsführungssystem die Leistungsabgabe ausgehend von der Nennleistung mit zunehmender Windgeschwindigkeit oberhalb der vorgegebenen Grenzgeschwindigkeit (15) bis zur Abschaltgeschwindigkeit (16) stetig abnehmend herunterregelnd ausgebildet ist.

4. Windenergieanlage nach Anspruch 3, da durch gekennzeichnet, daß das
Betriebsführungssystem die Leistungsabgabe und
die Rotordrehzahl unterhalb der vorgegebenen
Grenzgeschwindigkeit (15), soweit möglich,
konstant auf die Nennleistung / Nenndrehzahl und
oberhalb der Grenzgeschwindigkeit (15) bis zur
Abschaltgeschwindigkeit (16) im wesentlichen
linear abnehmend regelnd ausgebildet ist.

5

20

25

- 5. Windenergieanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dad urch gekenn-zeich net, daß das Betriebsführungssystem die Leistungsabgabe bei der Abschaltgeschwindigkeit (16) auf etwa 40% der Nennleistung regelnd ausgebildet ist.
- 6. Windenergieanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Betriebsführungssystem die Leistungsabgabe im Windgeschwindigkeitsbereich von etwa 11,5 m/sek bis etwa 16 m/sek auf die Nennleistung regelnd ausgebildet ist.
- 7. Windenergieanlage nach einem der vorhergehenden 30 Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Grenzgeschwindigkeit (15) etwa 16 m/sek beträgt.

12

- 8. Windenergieanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Abschaltgeschwindigkeit (16) etwa 23 m/sek beträgt.
- Verfahren zur Regelung der Leistungsabgabe einer Windenergieanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Rotordrehzahl und die Leistungsabgabe unter Verstellen der Rotorblattwinkel (5) in einem Bereich zwischen einer vorgegebenen Grenzgeschwindigkeit (15) und einer Abschaltgeschwindigkeit (16) heruntergeregelt wird.
- 10. Verfahren nach Anspruch 9, d a d u r c h
 g e k e n n z e i c h n e t, daß bei
 ausreichenden Windgeschwindigkeiten unterhalb
 der vorgegebenen Grenzgeschwindigkeit (15) die
 Leistungsabgabe im wesentlichen auf den Wert der
 Nennleistung geregelt wird.
- 20 11. Verfahren nach Anspruch 10, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Leistungsabgabe ausgehend von der Nennleistung mit zunehmender Windgeschwindigkeit oberhalb der vorgegebenen Grenzgeschwindigkeit (15) bis zur Abschaltgeschwindigkeit (16) stetig abnehmend heruntergeregelt wird.
- 12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch
 gekennzeichnet, daß die
 Leistungsabgabe und die Rotordrehzahl unterhalb
 der vorgegebenen Grenzgeschwindigkeit, soweit
 möglich, konstant auf die Nennleistung/
 Nenndrehzahl und oberhalb der
 Grenzgeschwindigkeit (15) bis zur

13

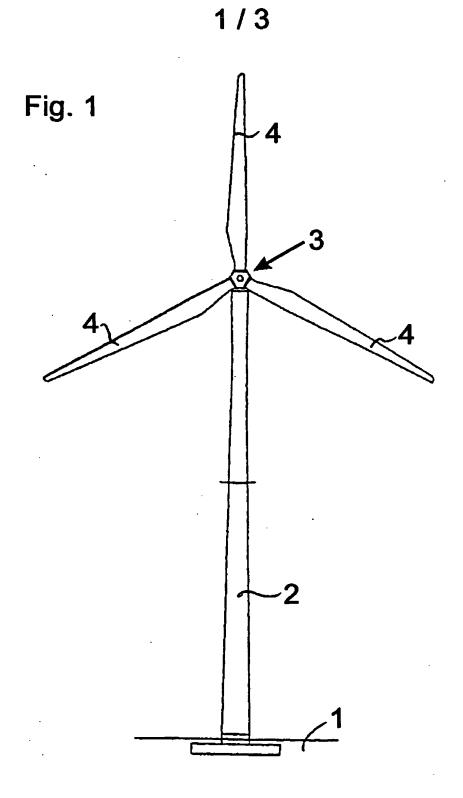
Abschaltgeschwindigkeit (16) im wesentlichen linear abnehmend geregelt wird.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 9-12, dadurch gekennzeichnet, daß die
Leistungsabgabe bei der Abschaltgeschwindigkeit
(16) auf etwa 40% der Nennleistung geregelt
wird.

5

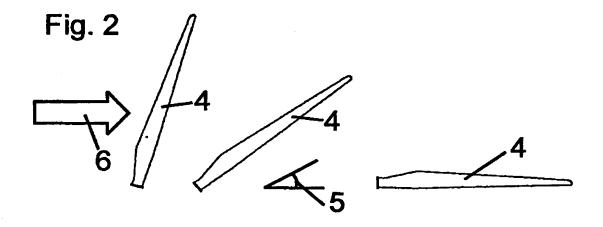
- 14. Verfahren nach einem der Ansprüche 9-13, da durch gekennzeich net, daß die
 10 Leistungsabgabe im Windgeschwindigkeitsbereich von etwa 11,5 m/sek bis etwa 16 m/sek auf die Nennleistung geregelt wird.
- 15. Verfahren nach einem der Ansprüche 9-14, dadurch gekennzeichnet, daß die
 Grenzgeschwindigkeit (15) etwa 16 m/sek beträgt.
 - 16. Verfahren nach einem der Ansprüche 9-15, dadurch gekennzeichnet, daß die
 Abschaltgeschwindigkeit (16) etwa 23 m/sek
 beträgt.

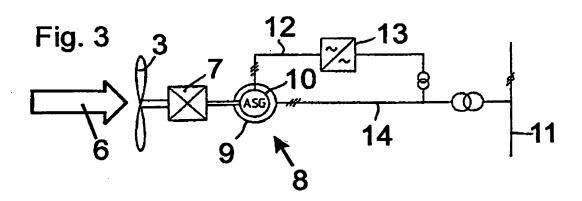
PCT/EP99/07142

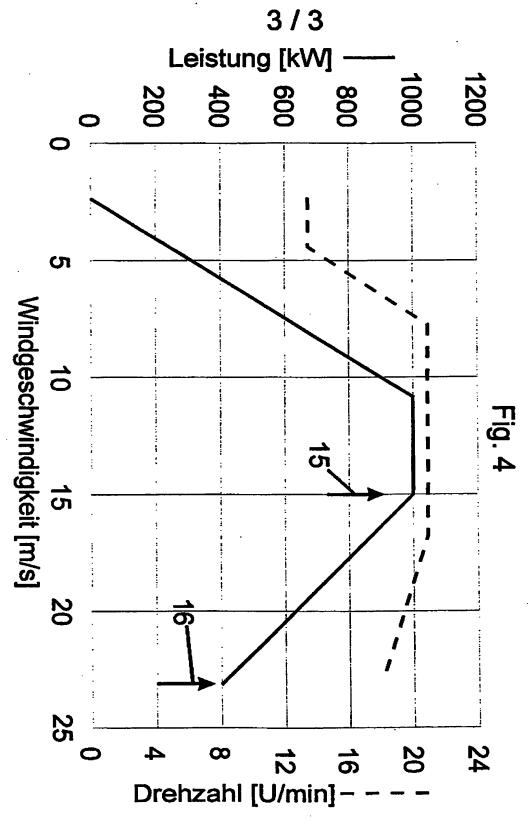


ERSATZBLATT (REGEL 26)

2/3







ERSATZBLATT (REGEL 26)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Intit tonal Application No PCT/EP 99/07142

	FICATION OF SUBJECT MATTER F03D7/04 F03D7/02 H02P9/04		
According to	ritemational Patent Classification (IPC) or to both national classificat	tion and IPC	
	SEARCHED		
	cumentation searched (classification system followed by classification F03D H02P	n symbolis)	·
Documental	ion searched other than minimum documentation to the extent that su	ch documents are included in the fields each	trohed
Electronic d	ata base consulted during the International search (name of data base	e and, where practical search terms used)	
C. DOCUM	ENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the reta	want passages	Relevent to claim No.
X	DE 195 32 409 A (WOBBEN ALOYS) 6 March 1997 (1997-03-06) abstract column 3, line 12 - line 45; figu	re l	1-16
А	LEITHEAD W E ET AL: "ROLE AND OB OF CONTROL FOR WIND TURBINES", I PROCEEDINGS C. GENERATION, TRANSM DISTRIBUTION, GB, INSTITUTION OF EL ENGINEERS. STEVENAGE, VOL. 138, N C, PAGE(S) 135-148, STEVENAGE, HE XP000219783 ISSN: 1350-2360 Pages 145-146, "Variable Speed	EE ISSION, ECTRICAL R. 2 PART RTS, GB	1,9
A	FR 1 065 816 A (NEYRPIC) 31 May 1954 (1954-05-31) page 2, right-hand column, paragr	aphs 3,4	1,9
Furt	her documents are listed in the continuation of box C.	X Patent family members are listed	in annex.
"A" docume consist filing ("E" docume which chatle "O" docume other "P" docume	and defining the general state of the art which is not leaved to be of particular relevance document but published on or after the International late and throw doubts on priority claim(s) or is other to establish the publication due of another of or other special reason (as specified) ent referring to an oral disolosure, use, exhibition or means ent published prior to the international filing date but	This later document published after the limb or priority date and not in conflict with cited to understand the principle or the invention. "X" document of particular relevance; the cannot be considered novel or cannot involve an inventive step when the document of particular relevance; the cannot be considered to involve an invention to considered to involve an involvement is combined with one or mit ments, such combination being obvious to the ext. "8." document member of the same patent	the application but soory underlying the size on extending the considered to current is taken alone taken alone the control of the current in the current in the current curre
	actual completion of the International search	Date of mailing of the international eq	arch report
i	February 2000	15/02/2000	•
Name and	melting address of the ISA	Authorized officer	······································
	Europeen Patent Office, P.B. 5818 Patentiazn 2 NL - 2280 HV Rijewijk Tel. (-31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo ni, Fax: (+31-70) 340-3016	Criado Jimenez, F	•

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

information on patent family members

Intic I tonal Application No PCT/EP 99/07142

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19532409 A	06-03-1997	WO 9709531 A EP 0847496 A NZ 316943 A	13-03-1997 17-06-1998 25-11-1998
FR 1065816 A	31-05-1954	NONE	

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 1992)

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

tot atonales Aktenzeichen PCT/EP 99/07142

A KLASSIF IPK 7	FIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES F03D7/04 F03D7/02 H02P9/04		
Nach der Int	ternationalen Patentidassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klass	ifikation und der IPK	
	RCHIERTE GEBRETE		
Recherchier IPK 7	ter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole F03D H02P)	
Recharchier	te aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, eow	elt diese unter die recherchierten Gebiete t	alen
Während da	r internationaleri Recherche konsuftierte elektronische Datenbank (Nai	me der Datenbank und evtl. verwendete S	uchbegriffe)
C. ALS WE	SENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe	der in Betracht kommenden Telle	Betr. Anspruch Nr.
x	DE 195 32 409 A (WOBBEN ALOYS) 6. Mārz 1997 (1997-03-06) Zusammenfassung Spalte 3, Zeile 12 - Zeile 45; Abb	bildung I	1-16
A	LEITHEAD W E ET AL: "ROLE AND OBGOT CONTROL FOR WIND TURBINES", IN PROCEEDINGS C. GENERATION, TRANSMIDISTRIBUTION, GB, INSTITUTION OF ELIENGINEERS. STEVENAGE, VOL. 138, NIC, PAGE(S) 135-148, STEVENAGE, HEIXPODO219783 ISSN: 1350-2360 Seiten 145-146, "Variable Speed	EE ISSION, ECTRICAL R. 2 PART RTS, GB	1,9
A	FR 1 065 816 A (NEYRPIC) 31. Mai 1954 (1954-05-31) Seite 2, rechte Spalte, Absätze 3	,4	1,9
	itere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu nehmen	X Siahe Annang Patenttamilie	
" Besonder "A" Veröffe aber i "E" ålbares Anme "L" Veröffe schel ander soli o eusga "O" Veröffe sine i "P" Veröffe	re Kategorien von angegebenen Veröfferttlichungen: entlichung, die den altgemeinen Stand der Technik definiert, nicht als besondere bedeutsam anzusehen ist Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen eldedatum veröffentlicht worden ist entlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft er- nen zu lessen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer ren im Recherchschercht genannten Veröffentlichungsdatum einer ren im Recherchschercht genannten Veröffentlichungsdeten ist (wie efführt) entlichung, die eich auf eine mündliche Offenbarung, Berutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnatimen bezieht entlichung, die vor dem Internationaten Ammeldedatum, aber nach beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist	kann nicht ab auf erfindenscher i sind werden, wenn die Veröffentlichung an Veröffentlichungen dieser Kategorie is diese Verbindung für einen Fachmans "&" Veröffentlichung, die Mitglied dersebs	t worden ist und mit der rzum Verständnis des der oder der ihr zugrundellegenden utung: die beanspruchte Erfindung chung nicht als neu oder auf achtet werden idung; die beanspruchte Erfindung keit beruhend betrachtet t einer oder mehreren anderen Verbindung gebracht wird und n nahellegend ist in Patentiamilie ist
	Abachiussas der Internationalen Recherche 9. Februar 2000	Absendedatum des Internationalen Re 15/02/2000	om sai sa sa man im
	Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevoltmächtigter Bediensteter	
	Europäisches Patentiami, P.B. 5818 Patentiaan 2 NL – 2280 HV Filjswijk Tel. (+31–70) 340–2040, Tx. 31 651 epo ni, Fax: (+31–70) 340–3016	Criado Jimenez, i	:

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur seiben Patentiamilie gehoren

(ni tionales Aktenzeichen
PCT/EP 99/07142

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung	
DE 1953240	19532409	A	06-03-1997	WO EP NZ	9709531 A 0847496 A 316943 A	13-03-1997 17-06-1998 25-11-1998
FR	1065816	A	31-05-1954	ĶEIN	Ε	

Foundate PCT/ISA/210 (Anhang Patentiamille)(Juli 1992)